

Periferik Sinirin Mikroanatomisi ve Sinir Kesilerinde Uygulanan Cerrahi Teknikler

Dr. Atilla AKBAY

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı

E-posta: atik@hacettepe.edu.tr

Kapsam

I. Bölüm: Periferik Sinirin Anatomisi

- Tanım
- Periferik sinirin internal organizasyonu
- Anatmik ve histolojik özellikler

II. Bölüm: Cerrahi Teknikler

- Tarihi bilgiler
- Zamanlama
- Cerrahi teknikler
- Sonuç

Amaçlar

Periferik sinirin gross anatomisi ve mikroanatomisi hakkındaki bilgileri güncellemek ve periferik sinir kesilerinde uygulanacak cerrahi yöntemler hakkında genel bilgiler vermek.

1. Periferik Sinir Anatomisi

1.1 Tanım

Periferik sinirler, dorsal kök ganglionlarındaki sensorial, omurilikteki motor ve postganglionik otonomik nöronların periferik uzantılarının oluşturduğu yapılardır.

1.2 Periferik Sinirin İnternal Organizasyonu

Nöronların uzantıları biraraya gelip üzeri kollagen zengin bir kılıfla kaplanarak fasikülleri oluştururlar. Fasiküller de bir araya gelip daha gevşek kollagen içeren bir kılıfla sarılarak periferik sinir haline gelir. Fasiküllerin içindeki her bir nöronal uzantı fasikül içerisindeki seyri sırasında sık sık yer değiştirerek devamlı olarak aynı komşu lifin, kendi elektriksel uyarımlarından etkilenmesini engeller. Bu lifler aynı zamanda sünizoidal ondülasyonlar da yaparlar. Bu ondülasyonlar hareketler sırasında sinirin gerilmesine bağlı lif harabiyetini engeller. Fasiküller de seyirleri esnasında yer değiştirerek ve birbirlerine dallar vererek ağ şeklinde bir yapı oluştururlar.

Periferik sinirden ayrılan yüzlerce küçük lif kasları, damarları, yüzeysel ve derin duyları alan reseptörleri ve organları innerve eder.

1.3 Genel Anatmik ve Histolojik Özellikler

- Periferik siniri saran kılıflar bağ dokusu kaynaklıdır. Bu kılıflar epinörium, perinörium, ve endonöriumdur.

1.4 Epinörium

- Gevşek areolar bağ dokusudur. Çapı 85 nm olan longitudinal yerleşimli kollagen lifleri içerir. Epinörium içerisinde perinöriuma komşu alanlarda elastik lifler bulunur.
- Fasikül kalınlığı arttıkça ve eklem bölgelerinden geçerken kalınlaşır.
- Sinirin proksimalinde dura materin yapısına karışarak sonlanır.
- İçerdiği yağ hücreleri travmaya karşı bir yastık gibi görev yapar. Diabet gibi sistemik bazı hastalıklarda yağ dokusu miktarında azalma olur ve bu durumun tuzak nöropatilerine yol açtığı düşünülür.
- Fibroblasttan zengindir, bu durum travma sonrası sinirin elastikiyetinin azalmasına yol açar.
- Nörofibromatosis de epinöral mast hücrelerinde artış görülür.
- Epinöral damarlar geniş arteriollerdir ve endonöral kapiller yapılarla doğrudan anastomozları vardır. Epinöriumdaki damarlar kan-sinir bariyeri içermez (makromolekül geçişine karşı anatmik veya fonksiyonel bir bariyer içermez).

1.5 Perinörium

- Fasiküllerin etrafını saran kılıftır. İçerdiği kollagen lifleri ince (65 nm çaplı) ve epinöriumda olduğu gibi longitudinal yerleşimlidir.
- Fibroblast kaynaklı yassılaştırmış poligonal

hücrelerden oluşan lameller yapısı vardır. Lameller farklı özellikler gösterirler. Yüzey lamelleri geçirgen özellikler taşıırken derin lameller kan-sinir bariyeri içeren vasküler yapılara ve özelliklere sahiptir.

- Perinörium kapillerleri sıkı bağlantılar (tight junction) yapan özelliktedir. Aynı kan-beyin bariyerinde olduğu gibi kan-sinir bariyeri de osmotik ajanlarla geçici olarak açılabilir.
- Perinörium normalde hafif derecede interstisyel basınç nedeniyle çevresel bir gerginlik altındadır. Travmalar nedeniyle perinörium iç basıncı önemli derecelerde artabilir. Yüksek basınç perinöriyumu belli alanlarda parçalayabilir ve sinir lifleri bu alanlardan dışarı herniye olarak demiyelinize olabilirler.
- Perinörium aynı zamanda longitudinal germe kuvvetlerinin de etkisi altındadır. Sinirin gerilmelere karşı direncinin önemli bir bölümü perinörium ile sağlanır. Gerilme ile perinörium kopmadan önce sinir liflerinin kopması olasılığı yok denilebilecek kadar azdır.

1.6 Endonörium

- Intrafasiküler interstisyel doku içerisinde yayılmış olarak bulunur,
- Kollajen lifler longitudinal yerleşimlidir,
- Kapillerler sıkı bağlantılar (tight junction) yapar,
- Endonöriyal sıvı proximodistal basınç farkları boyunca hareket edebilir.

1.7 Vaskülarizasyon

- Ekstresek dolaşım
- İntrensek dolaşım.

1.8 Ekstresek dolaşım

- Epinöral alandaki arteriol, venül ve kapillerleri kapsar,
- Adrenerjik stimuluslar ve arterial CO₂ parsiyel basıncından etkilenir,
- İntrensek dolaşımla anastomotik damarlar yardımıyla bağlantıları vardır.

1.9 İntrensek dolaşım

- Endonöriyal büyük kapiller damarlardan oluşur.
- Kendi aralarında ve ekstresek dolaşımla yoğun anastomozlar yaparlar.
- Prekapiller sfinkterler yoktur. Bu nedenle dolaşım yön değiştirebilir.

- Travmaya bağlı olarak gelişen intra perinöriyal (endonöriyal) ödem intrensek dolaşımda bozukluklara yol açabilir.

2. Cerrahi Teknikler

Fonksiyonel periferik sinir iyileşmesi kompleks olaylar bütünüdür. Cerrahin en önemli rolü zamanında ve uygun seçilmiş bir cerrahi yöntemle sinirin canlılığını koruyarak onu rekonstrükte etmektir. En başarılı anastomozlarda bile, büyük sayılarda akson yanlış yönlendirilmiş olduğundan periferik sinirin yaralanma öncesindeki haline göre çok farklı sensorial ve motor innervasyon ortaya çıkar. Bu nedenle ameliyat sonrası rehabilitasyon başarı şansını artırmak için kaçınılmazdır.

2.1 Periferik Sinir Cerrahisinin Tarihi

- Galen (MS.130-200) tendon ve sinir ayırımını ortaya koydu.
- 9. ve 10. yüzyıllarda Arap cerrahlar periferik sinir kesilerini sütüre etmeye başladılar.
- 1800'lerde sinir tamiri ile ilgili pek çok teknik tanımlandı.
- 1873'de, Hueter tarafından tanımlanan epinöral sütür tekniği bazı değişikliklerle yakın bir geçmişe kadar kullanıldı.
- 1880 Gluck tubilizasyon tekniğini tanımladı.
- 1. Dünya savaşı sırasında periferik sinir cerrahisi ile ilgili önemli bilgiler elde edildi.
- 1964 Edshage epinöral tamirin problemlerini ortaya koydu.
- 1967 Bora kedilerde interfasiküler tekniği yayınladı.
- Cerrahi mikroskopun kullanıma girmesi sonuçları iyileştirdi.

2.2 Cerrahi zamanlama

- *Major faktörler*
 - Sinir kesisinin ciddiyeti
 - Çevre dokulardaki kontüzyon ve yaralanmanın şiddeti
 - Sinir son ucunun parçalanma derecesi
 - Travmanın longitudinal uzanımı
 - Kontaminasyon.

2.3 Geç Dönem Onarım

Avantajlar

- Sinir uçlarındaki demarkasyon belirginleşir.
- İlk 2-3 hafta içerisinde nöronal metabolizma en yüksek seviyededir.

Dezavantajlar

- Endonöriyal tüp çapı küçülür
- Sinir uçlarında fibrotik retraksiyon olur

- Anatomik işaretler (landmark) kaybolur
- En iyi sonuçların alınabildiği "uç uca" rekonstrüksiyon zorlaşır.

2.4 Erken Dönem Cerrahi

Erken dönem cerrahinin özellikle tercih edildiği durumlar:

- Brakial plexus lezyonlarında ve proksimal siyatik sinir kesilerinde,
- Yaralanma yeri ile son organ arasında uzun mesafe olan olgularda,
- Distal lezyonlarda.

2.5 Cerrahi Hazırlık ve Enstrümantasyon

Loupe ile cerrahi yapılacaksa X2 veya X4,5 kullanılabilir. Mikroskop cerrah için daha konforlu ve kullanışlıdır. Cerrahi alanda kan sızıntısı olmaması ve kontrastı arttıracak önlemlerin alınmış olması (sinir altına açık renkli bir naylon pedi konulması gibi) sinir uçlarının stüre edilmesi sırasında kolaylık sağlar. Anastomozlarda uygun mikrocerrahi aletler ve 22 µm ve 45 µm iğne çaplı 10.0 ve 8.0 stürler kullanılır.

2.6 Temel Kurallar

- Sinir uçlarının hazırlanır,
- Bir kısım epinörium alınır,
- Fasiküller ortaya konulur,
- Sinir uçlarındaki açıklık çok fazla gerilim uygulanmadan yaklaştırılır,
- Fasiküllerin anastomoz yüzeylerinin uygunluğu ve optimum temas yüzeyi sağlanmalıdır,
- Monofasiküler ve oligofasiküler sinirler cerrahi açıdan daha kolay (epinöral onarım), polifasiküler sinirler daha zor (fasiküler onarım). Bazen kombinasyonlar olasıdır.

2.7 Epinöral Onarım

- Sinir uçları birbirlerine tam uyum sağlayacak şekilde kesilmelidir.
- Anatomik işaretler dikkatle takip edilmelidir.
- Uygun fasiküller ağzlaştırılmalıdır.
- Minimum gerilim uygulanmalıdır.
- Mobilizasyon yapılacaksa çok sınırlı olmalıdır.
- Epinörium hafifçe evert edilerek 1800 açıyla iki yaklaştırma sütürü konulur ve takiben çevresel sütürler konulur.
- Sinir uçları ağzlaştırılır ama komprese edilmez (postoperatif ödem strangülasyona yol açar).

2.8 Fasiküler Onarım

- En iyi ağzlaşma, ve fasiküler arası uyumu sağlar,

- Fasikül sayısı, kalınlığı ve interfasiküler epinörium kalınlığı cerrahi tekniği etkiler,
- Yüksek büyütmede epinöral dokuya çevresel olarak 5-10mm kadar rezeksiyon yapılır,
- Fasiküler perinöriumdan tam tabaka dikiş geçilerek fasikül başına iki sütür olacak şekilde ağzlaştırılır,
- Sütürler çok sıkılmamalıdır,
- İşlem sonrası geride aşırı cerrahi materyal bırakılmamalıdır.

2.9 Sinir Greftleri

- Uç-uca anastomoz başarı şansının en yüksek olduğu anastomoz türüdür. Fakat sütür hatlarında gerilme fibrozise ve aksonal rejenerasyonun azalmasına yol açabilir. Siniri germeden anastomoz yapma imkanı olmayan olgularda greft kullanmak gereklidir.
- Sinir greftleri hesaplanan uzunluktan %15-20 daha uzun kesilmelidir.
- Greftler anatomik oryantasyonlarına sadık kalınarak ters çevrilmelidir.
- Greftler fasiküllere 10.0 dikişlerle (1 veya iki sütür) tutturulur.
- Distal ve proksimal uçlarda gerginlik olmamalıdır.
- Yaranın temiz, sağlıklı ve kanlanmasının iyi olması başarı şansını artırır.
- Sinir greftinin damarlanması postoperatif 3. günde başlar.
- 5mm çaptan daha daha geniş çaplı greftlerin revaskülarizasyonu zordur ve santral nekroza uğrayarak bozulurlar. Bu nedenle ideal greft çapı 2-3 mm dir.
- Greft içi aksonlar dejenere olur ancak Schwann hücrelerinin bazı greftlerde yaşayabildiği gösterilmiştir. Greft içerisindeki Schwan hücreleri dejenere olsa bile geride kalan bazal lamina canlılığını sürdürür ve greft vaskülarizasyonu yeterli seviyeye ulaştığında tekrar Schwan hücreleri oluşturabilir. Schwan hücrelerinin aksonal büyüme için önemli bazı faktörleri salgıladıkları bilinmektedir. Bu nedenle Schwan hücrelerinin ortamdaki varlığı sinir rejenerasyonu açısından çok önemlidir.
- Ulnar, radial ve median sinir için genellikle 4-6 adet greft yeterlidir.
- Geniş çaplı ve az sayıda fasikül olan sinirlerde bir fasiküle birden fazla greft uygulanabilir.

2.10 Sinir Grefti Alınabilecek Alanlar

Sural sinir	Uzun Az dallanması var Lokalizasyonu kolay	Görünen skar Nöroma oluşma riski (düşük ama var)
Lateral femoral kutanöz sinir	Lezyona yakınsa tercih edilebilir	Lokalizasyonu zor Erken dallanması var Kısa
Süperfisal radial sinir	Lezyona yakınsa tercih edilebilir (prox. radial sinir kesileri)	Kısa Nöroma oluşma riski yüksek
Lateral antebrachial kutanöz sinir	Lezyona yakınsa tercih edilebilir	Kısa Lokal anestezi altında alınması zor

2.11 Vaskülarize Sinir Greftleri

1976 da Taylor ve Hamm tarafından kullanılarak önerildi. Hayvan deneyleri sonuçların serbest greftlere göre daha iyi olduğunu göstermekle beraber insanlarda geniş serilerde kullanımı henüz yok. Ayrıca cerrahi teknik olarak zor bir yöntemdir.

2.12 Sonuç

- Uygun olgularda erken cerrahinin sonuçları daha iyi,
- Nontravmatik mikroteknik kullanılmalı,
- Minimum stür materyali bırakılmalı,
- Uçlar arasında gerilim olmamalı,
- Cerrahi teknikte özenli olunmalıdır.